

טיפול ואחסון חומרים כימיים במעבדה

תוכן

2 עקרונות כלליים
3 אחסון חומרים כימיים נפוצים במעבדה
3 דוגמאות לקבוצות אחסון נזלים כימיים
4 זיהוי הסיכונים הכרוכים בטיפול בכימיקלים
4 התנאים הנדרשים במקרה של כימיקלים המיוצרים במעבדה
4 סימון כימיקלים
5 שקילת אבקות מסוכנות באופן בטוח
6 תנאי עבודה עם חומרים בדרגת סיכון גבוהה
7 עבודה עם כימיקלים על פי קבוצות סיכון

עקרונות כלליים

1. **העקרונות:**
לפני תחילת עבודה עם חומר כימי יש לעיין בגיליון הבטיחות שלו (MSDS) וללמוד את הסיכונים המיוחדים לו. בנוסף, בכל מעבדה יהיה קלטר המיועד לגיליונות בטיחות (MSDS) של החומרים בהם משתמשים באותה מעבדה.
2. בעת עבודה עם חומרים כימיים יש ללבוש חלוק ארוך סגור, נעלי עבודה סגורות, משקפי בטיחות וכפפות מתאימות.
3. העברת בקבוקים, המכילים חומרים מסוכנים בין אזורים שונים במעבדה, תתבצע באמצעות עגלה מתאימה / דלי פלסטיק המיועד לנשיאת בקבוק בודד או צידנית מתאימה.
4. עבודה עם חומרים כימיים מסוכנים תתבצע אך ורק בתוך מנדף כימי, למעט מכשירים אנליטיים וחומרים (תמיסות מהולות) שלגביהם ניתן אישור ממנהל המעבדה לעבוד מחוץ למנדף.
5. בעת מיהול חומצה יש להקפיד על הכלל של הוספת חומצה למים ולא להיפך: Always Add Acid-AAA.
6. בעת מיהול בסיס יש להקפיד על הכלל של הוספת חומצה למים ולא להיפך: Always Add Base-AAB.
7. עם גמר השימוש בחומר מסוכן יש לסגור היטב את פתח הכלי ולאחסנו בארון מתאים, המסומן בהתאם.
8. בתחנת העבודה/מנדף תישמר תמיד כמות מינימלית של חומרים כימיים, הנדרשים לביצוע עבודה באותו יום בלבד.
9. יש לוודא שכל מיכל המכיל חומר כימי מסומן עפ"י הנדרש: שם החומר וסוג הסיכון שלו.
10. חומרים מסוכנים במצב נוזלי יאוחסנו במעבדה בארונות עם יניקה מתחת למנדפים או בארונות מיוחדים (ארונות נידוף) המיועדים לאחסון כימיקלים ולא על רצפת החדר או במסדרונות. חומרים במצב מוצק יאוחסנו בארונות המיועדים לכך.
11. יש להקפיד על הפרדה בין כימיקלים מקבוצות סיכון שונות כדי למנוע ריאקציה מסוכנת אפשרית. במיוחד חשוב להקפיד על הפרדה בין חומרים דליקים לבין חומרים מחמצנים וקורוזיביים (חומצות).
12. חומרים דליקים/נפיצים, הנשמרים בקירור יאוחסנו במקררים מוגני נפיצות בלבד! במעבדות שבהן עובדים עם חומרים דליקים/נפיצים, יסומנו המקררים הרגילים בתווית "אסור לאחסן במקרר זה חומרים דליקים/נפיצים".
13. מנהל המעבדה יבצע פעם בחצי שנה, לפחות, ביקורת של כל החומרים הכימיים המאוחסנים במעבדה, במנדפים ובארונות נידוף. העובד ידאג לסלק חומרים שאינם בשימוש לאתר איסוף פסולת.
14. אין לשפוך חומר כימי כלשהו, כגון חומצות, בסיסים, ממיסים אורגניים וכד' למערכת הביוב.
15. במנדף הכימי תיאסף פסולת כימית במיכלים קטנים המסומנים בצורה ברורה. יש לוודא, כי על המיכל מודבקת תווית זיהוי ברורה וניתן לזהות בקלות את סוג החומרים הנמצאים בו. על המיכלים להיות סגורים היטב, למעט בזמן מזיגת נוזלים לתוכם. המיכלים המלאים הסגורים יועברו לחדר איסוף הפסולת של המחלקה ולאחר מכן יילקחו ע"י יח' הבטיחות. (יש למלא המיכלים בנפח שאינו עולה על 80% מהקיבולת של המיכל).
16. יש להקפיד על הפרדה בין חומרים, שעלולים להגיב באלימות אם ייאספו לאותו מיכל, הפסולת הנוזלית תופרד לקבוצות הבאות:
 - ממיסים אורגניים דליקים (אתנול, אצטוניטריל, מתנול ועוד) וחומצות אורגניות כגון חומצה אצטית.
 - חומצות אנאורגניות כגון חומצת מלח, חומצה זרחתית, חומצה חנקתית.
 - בסיסים (סימן זיהוי לבסיס בשמו: הידרוקסיד, אלקאלי, קאוסטי).
 - אורגנים הלוגניים: ממיסים אורגניים המכילים הלוגנים (טור 7 במערכת המחזורית) כגון כלורופורם, מתילן כלוריד.
 - חומרים אנאורגניים: מתכות/מלחי מתכות, מי חמצן, "אקונומיקה" NaOCl
17. אין להשתמש במיכלים/בקבוקים ריקים של חומרים כימיים לאחסון חומרים או פסולת חומרים מקבוצת סיכון שונה (כגון: ממיסים אורגניים בתוך בקבוק "ריק" של חומצה).
18. טיפול בבקבוק ריק: חומרים נדיפים (ממיסים אורגניים) יש לנדף מהם את שאריות החומר במנדף כימי, לשטוף פעמיים במעט מים ולשים אותו (ללא הפקק) כשהוא יבש לחלוטין למיכל בקבוקים ריקים (תיבות העץ). חומרים שאינם נדיפים יש לרוקן לחלוטין את הבקבוק/המיכל, לשטוף פעמיים במים ולהשליך לתיבת בקבוקים ריקים (תיבת העץ).
19. לכל בקבוק/מיכל עם חומר, שאינו מזהה באמצעות תווית, יש להצמיד תווית של "חומר בלתי ידוע" ולהודיע ליח' הבטיחות על מיקומו של הבקבוק/המיכל.

אחסון חומרים כימיים נפוצים במעבדה

נוזלים כימיים – עפ"י קבוצות אחסון

1. נוזלים אורגניים דליקים (יש להפריד בחציצה או בעזרת מאצרה, מיכל לאגירת נוזל למניעת שפך כגון גיגית פלסטיק, בין שלוש קבוצות הדליקים):
 - נוזלים אורגניים דליקים בעלי pH ניטרלי
 - חומצות אורגניות דליקות
 - בסיסים אורגניים דליקים
2. נוזלים אורגניים רעילים בעלי pH ניטרלי
3. חומצות אנאורגניות
4. בסיסים אנאורגניים
5. נוזלים מחמצנים אנאורגניים (H_2O_2 , $KHNO_3$)

דוגמאות לקבוצות אחסון נוזלים כימיים

דוגמא	סוג
אתאנול, מתאנול, אצטון, פטרלאום אתר, דיאתיל אתר, איזו אוקטן, קסילן, הקסאן, אצטוניטריל, דימתיל פורמאמיד (DMF) דימתיל סולפאוקסיד (DMSO), איזו פחפיל אלכוהול, פורמלין (פורמלדהיד), אתיל אצטט, איזואמיל אלכוהול	נוזלים אורגניים דליקים
יכולות להיות במגירת הדליקים אך עם מאצרת הפרדה. חומצה אצטית, חומצה פורמית.	חומצות אורגניות דליקות
אתילן גליקול, פורמאמיד, כלורפורם, תמיסת אקריל אמיד, 2 מרקפתת אתאנול	נוזלים אורגניים רעילים
חומצה חנקתית, חומצה כלורית, חומצה זרחתית, חומצה גופרתית	חומצות אנאורגניות
אתאנול אמין	בסיסים אורגניים
תמיסת אמוניה, תמיסת אשלגן הידרוקסיד	בסיסים אנאורגניים
מי חמצן, פוטסיום פר מנגנט ($KMnO_3$)	נוזלים מחמצנים

זיהוי הסיכונים הכרוכים בטיפול בכימיקלים

זיהוי הסיכונים הכרוכים בטיפול בכימיקלים יקטין במידה משמעותית את הסיכוי לשימוש לא נכון על ידי עובדי המעבדה, עובדים חדשים ואורחים.

התנאים הבאים נדרשים לזיהוי ואחסון נכון של כימיקלים במעבדה:

1. ראש קבוצת המחקר או האחראי על המעבדה חייב לוודא כי התוויות על בקבוקי הכימיקלים שלמות וניתנות לזיהוי. התוויות מכילות מידע על הסיכונים של החומר ומומלץ לסמן על הבקבוק את שם המקבל והתאריך.
2. יש לוודא שכלי מעבדה אותם ממלאים מן המיכל המקורי יישאו גם הם תוויות זיהוי.
3. ראש קבוצת המחקר או האחראי על המעבדה יודא כי שטחי האחסון של כימיקלים מסומנים על פי ההוראות.
4. ראש קבוצת המחקר או האחראי על המעבדה יודא כי לעובדים במעבדה יש גישה לדפי הבטיחות MSDS וכי הם מודעים לסיכונים ולאמצעי הבטיחות הנדרשים.

התנאים הנדרשים במקרה של כימיקלים המיוצרים במעבדה

התנאים הבאים נדרשים במקרה של חומרים המיוצרים בתהליכים במעבדה:

1. כאשר ההרכב של החומר הכימי המיוצר לצרכי המעבדה בלבד ידוע, ראש קבוצת המחקר יקבע האם החומר מסוכן. ניתן להעריך זאת על ידי חיפוש בספרות לגבי חומרים דומים. אם החומר נקבע כמסוכן, ראש הקבוצה יספק הדרכה מתאימה כדי להגן על העובדים.
2. כאשר החומר הוא תוצר / תוצר לוואי שהרכבו אינו ידוע, ראש הקבוצה חייב להניח כי החומר מסוכן, ובהתאם לכך ייתן הנחיות לאחסון, לטיפול ולשימוש.

סימון כימיקלים

סימון מיכלים המכילים כימיקלים:

כל המיכלים של כימיקלים מסוכנים חייבים לשאת תווית עם שם החומר והסיכונים. למשל אצטאלדהיד הינו חומר דליק וגם מסרטן, חייב להיות מסומן כראוי. בנוסף, יש למלא אחר ההוראות הבאות:

- כימיקלים יוצרי פראוקסידים - חייבים להיות מסומנים בתאריך בו נפתח המיכל. לאחר תאריך התפוגה יש לבדוק לנוכחות פראוקסידים או לפנות לפסולת כימית (ראה רשימת כימיקלים יוצרי פראוקסידים).
- כל מיכל או כלי מעבדה משני, המכיל כימיקל מסוכן, חייב להיות מסומן כמו בתווית המיכל המקורי.

מיכלים לאיסוף פסולת:

עובדי המעבדה יאספו פסולת כימית במעבדה במכלים יעודיים המסומנים בתוויות המתאימות, על פי שש קטגוריות המיון של המדריך לאיסוף פסולת מסוכנת. את המכלים המסומנים עם המדבקות המתאימות יש להביא לאתרי האיסוף במחלקה. לאחר שייאספו הפסולת הכימית מחדרי הפסולת המחלקתיים, ויובילו אותה אל האתר האחסון. משם תישלח הפסולת לאתר הארצי.

שקילת אבקות מסוכנות באופן בטוח

שקילה של אבקות עלולה לגרום לעובד להיחשף אליהן וזאת עקב נטייתן של אבקות רבות לצבור מטען חשמלי סטטי, הגורם לפיזורן באוויר ולהיצמדותן למשטחים שונים באזור השקילה. בד"כ השקילה מיועדת לצורך הכנת תמיסה בריכוז מסויים על פי הנדרש לתהליך. העמדת מאזניים בתוך מנדף אינה מומלצת, עקב זרימת האוויר במנדף, הגורמת לעוות של תוצאות השקילה. ככלל, יש להעדיף רכישה של תמיסות מוכנות מראש, כגון תמיסות של אקרילאמיד, פרהפורמאלדהיד (PFA), סודיום דודציל סולפט (SDS) במידה ואין ספק מסחרי של תמיסות מוכנות, יש לפעול על פי הנהלים הבאים:

1. יש למקם את המאזניים בקרבת המנדף הכימי, אך לא בתוכו.
2. להכנת התמיסה יש להשתמש בכלי קיבול בעל פקק אטום.
3. יש לאפס את המאזניים כאשר כלי הקיבול הריק כולל הפקק מונח עליהן.
4. יש להעביר כמות מסוימת של האבקה מאריזתה המקורית אל כלי הקיבול בתוך המנדף, לסגור את הפקק ולנקות את הכלי ואת סביבת העבודה מכל אבקה שהתפזרה (ניתן להעריך את הכמות על פי המשקל הרשום על האריזה המקורית).
5. עתה ניתן לשקול את האבקה בכלי הסגור מחוץ למנדף, ולפי המשקל שהתקבל ניתן לחשב את כמות הממס הדרושה לצורך קבלת הריכוז הרצוי. את הממס יש להוסיף במנדף הכימי.
6. במידה והאריזה המקורית מכילה כמות מועטה של מוצק, ניתן להוסיף לתוכה ישירות את הממס, תוך הסתמכות על המשקל המצוין על גבי האריזה.

תנאי עבודה עם חומרים בדרגת סיכון גבוהה

גבולות חשיפה מותרת

על ראש קבוצת המחקר לוודא כי עובדים המעבדה לא יחשפו לכימיקלים מסוכנים מעל לרמת המוגדרת בתקנות הבטיחות בעבודה העוסקות בבריאות וגהות. החשיפה המותרת מצוינת כ- TWA- Time Weighted Average (או מיליגרם של חומר במטר מעוקב (mg/m3) ה TWA -מייצג את היחס בין החשיפה למשך העבודה.

שיקולים מיוחדים בעת עבודה עם חומרים מסוכנים מאוד

יש לנקוט באמצעי זהירות מיוחדים להגנת העובד המשתמש במעבדה בחומרים מסרטנים, רעילים למערכת הרבייה וכימיקלים בעלי רעילות חריפה (אקוטית).

הגנה מפני חשיפה לחומרים אלו מובטחת על ידי עבודה נכונה, תוך שימוש באמצעי בטיחות:

1. משטח עבודה יעודי:

- השתמש או אחסן חומרים מסוכנים מאוד באזור מיועד בעל גישה מוגבלת (מנדף, שולחן עבודה), וודא כי כל העובדים בעלי הגישה למעבדה יהיו מודעים לסיכונים.
- סמן את כל המכלים, כלים, אביזרי ומכשירי עבודה בתווית מתאימה.

2. אמצעים למניעת פיזור גורמי סיכון במעבדה:

- השתמש במנדף בתהליכים בהם עלול להיווצר תרסיס או אדים. דאג לכך שהאדים לא יתפזרו בחלל המעבדה.
- יש לאחסן מכלים שבירים (מכלי זכוכית) במגשים עשויים מחומר עמיד לכימיקלים.

3. סילוק פסולת מזוהמת: בהתאם למדריך לאיסוף פסולת מסוכנת של האוניברסיטה.

4. תהליכי ניקוי / טיהור:

- בעוזבך את אזור העבודה – הסר את חלוק המעבדה ושטוף היטב ידיים, זרועות, פנים וצוואר.
- נקה משאבות ואקום, או ציוד אחר כגון כלי זכוכית, לפני פינויים ממשטח העבודה. נקה את שולחן העבודה לפני מעבר לעבודה רגילה.

5. כאשר עובדים עם כימיקלים מסוכנים במיוחד:

- יש לעיין בגיליון הבטיחות (MSDS), להכיר את התכונות המסוכנות של החומר ולהשתמש באמצעי בטיחות מתאימים.
- יש להיזהר משפך או התזה. יש להשתמש בביגוד מגן ובכפפות, וכן במיגון לעיניים.
- יש להודיע לראש קבוצת המחקר או לאחראי במקום על כל תקלה, חשיפה או שפך.

6. סיכונים פיסיים:

שימוש בחומרים המהווים סכנה פיזית מצריך הבנה של התכונות של חומרים אלו. תיתכן פגיעה אישית או נזק לרכוש באם לא ינקטו אמצעי הבטיחות הנאותים. בנוסף, כימיקלים מסוימים לא ניתן לערבב או לאחסן יחד עקב סכנת תגובה קיצונית או רעילות חמורה.

עבודה עם כימיקלים על פי קבוצות סיכון

חומרים דליקים: Flammable / Combustible –

קבוצת חומרים אלה מייצגות את המדד לסיכון אש. נקודות הבזק = (Flash point) הטמפר' המזערית בה הנוזל משחרר אדים בריכוז מספיק ליצירת תערובת ברת הצתה במגע עם אוויר בקרבת שטח פני הנוזל. להלן טבלת סיווג:

	FLASH POINT	BOILING POINT
FLAMMABLE		
CLASS IA	<22.8°C (73°F)	37.8°C
CLASS IB	<22.8°C (73°F)	≥ 37.8°C (100°F)
CLASS IC	≥ 22.8°C (73°F)	
COMBUSTIBLE		
CLASS II	≥ 37.8°C (100°F)	< 60°C (140°F)
CLASS IIA	≥ 60°C (140°F)	< 93°C (200°F)
CLASS IIB	≥ 93°C (200°F)	

1. בזמן עבודה עם חומרים דליקים:

- יש לסלק מקורות הצתה, כגון להבה פתוחה, משטחים חמים, ניצוצות ממכשירי ריתוך או חיתוך, הפעלת ציוד חשמלי, חשמל סטטי.
- יש לאחסן במכלים מיועדים לחומרים דליקים, בארוגות חסיני אש ובאזור המרוחק ממקורות הצתה.
- יש לוודא עיגון והארקה, במיוחד בזמן העברת חומרים דליקים ממיכל המקור למיכל משני.
- יש לוודא נוכחות של אמצעי לכיבוי אש מתאים.

2. חומרים מחמצנים

חומרים מחמצנים בתגובה עם חומרים אחרים מוסרים אלקטרונים, ובכך עוברים חיזור. תוצאת תגובה זו יכולה להיות אש או פיצוץ. עוצמת התגובה תלויה בפוטנציאל החמצון-חיזור של החומרים המגיבים.

- הכר את הפעילות של החומרים המעורבים במהלך הניסוי. וודא כי אין חומרים מסוכנים אחרים באזור.
- אם צפוי שהתגובה תהיה אלימה או נפיצה, השתמש במיגון או בשיטות אחרות לבידוד החומרים או התהליך.
- במידת הצורך קבל סיוע מצוות יח' הבטיחות.

3. חומרים המגיבים עם מים

חומרים המגיבים עם מים ויוצרים גז דליק או רעיל או תנאי סיכון אחרים כגון שריפה או פיצוץ. יש להשתמש ולאחסן חומרים אלו בהתאם להוראות היצרן. דוגמאות לכימיקלים המגיבים עם מים: מתכות אלקליות כגון ליתיום, נתרן, אשלגן ; Acid anhydrides, Acid chlorides.

4. **חומרים פירופורים (Pyrophoric)**
 חומרים פירופורים ניצתים באופן ספונטני במגע עם אוויר. לעיתים הלהבה אינה גלויה. דוגמאות לחומרים אלו – זרחן לבן או צהוב, Silane, Silicon tetrachloride. כימיקלים פירופורים יש לאחסן בסביבה אינרטית.
5. **חומרים יוצרי פראוקסידים (Peroxidizable)**
 פראוקסידים אורגנים והידרוקסיפראוקסידים (ROOR, ROOH) עוברים חימצון ספונטני בתגובה עם חמצן באוויר, ליצירת פראוקסיד היכול להתפוצץ כתוצאה מחום, אור או חיכוך. מאחר וחומרים אלו נארזים בנוכחות אוויר, פראוקסידים יכולים להיווצר גם בכלי סגור, על כן יש לטפל בחומרים הלו בזהירות מירבית:
- יש לרשום את התאריך על חומרים יוצרי פראוקסידים עם קבלתם, וכן עם פתיחת הכלי. יש לבדוק יצירת פראוקסידים כעבור שנה, לפחות, ולשלוח להשמדה במידת הצורך.
 - אין לפתוח מיכל כאשר נוצר חומר מוצק סביב המכסה.
 - מומלץ להוסיף חומר סותר יציאת פראוקסידים.
 - יש לבדוק יציאת פראוקסידים מדי פעם.
 - יש לעבוד בהתאם לנהלי עבודה עם חומרים דליקים.
6. **חומרים רגישים לאור**
 חומרים רגישים לאור מתפרקים בנוכחות אור וכתוצאה נוצרים חומרים חדשים העלולים להוות סיכון כמו יצירת לחץ בתוך המיכל. דוגמאות: כלורופורם, טטרהידרופורן, קטונים ואנהידרידים. יש לאחסן חומרים רגישים לאור במקום קריר וחשוך, בבקבוק כהה או במיכל המונע חדירת אור.
7. **חומרים בלתי יציבים**
 תרכובות היכולות לשחרר באופן ספונטני כמות גדולה של אנרגיה בתנאים רגילים, או כאשר מקבלות טלטול, זעזוע או מכה. חומרים כימיים מסוימים הופכים לרגישי הלם עם התיישנותם. מסוכנים במיוחד חומרים נפיצים או רגישי הלם כמו פראוקסידים, פרכלורטים (תוצרי חומצה פרכלורית), חומצה פיקרית ואזידים.
- במקרה של חשד להיווצרות חומר רגיש הלם יש להודיע ליחידת הבטיחות.
 - יש לרשום את התאריך על המיכלים של חומרים רגישי הלם עם קבלתם ועם פתיחתם.
 - אם קיימת סכנת פיצוץ, יש להשתמש בחסימה או מיגון אחר על מנת לבודד מחומרים ותהליכים אחרים.
8. **חומרים קריאוגנים (מקררים / מקפאים)**
 חומרים קריאוגנים הם גזים נוזליים בטמפ' נמוכה מאוד (-150°). חומרים רבים הופכים להיות שבירים במגע עם חומר קריאוגני. מגע קצר עם חומר בטמפ/ נמוכה מאוד עלול לגרום לכוויות קור. סיכונים הקשורים בחומרים קריאוגנים: אש, לחץ, החלשות חומרים, כוויות עור ועיניים במגע עם הנוזל. במקרה דליפה של נוזל קריאוגני עלולה להיווצר דחיקת חמצן מהסביבה.
- יש להקפיד על שימוש בציוד נקי, במיוחד בעבודה עם חמצן גזי או נוזלי.
 - חובה להשתמש במשקפי מגן עם מיגון צדדי. במידה וקיים סיכוי להתזה או שפך יש להשתמש במגן פנים מלא, בסינר בלתי חדיר ובנעליים סגורות. יש להסיר שעונים, טבעות ותכשיטים אחרים.
 - הכפפות חייבות להיות בלתי חדירות וגדולות מספיק על מנת לאפשר סילוק מהיר במקרה של מגע עם חומר קריאוגני.
 - מיכלים ומערכות המכילים חומרים קריאוגנים חייבים להיות מצוידים בווסת לחץ.
 - מיכלים ומערכות המכילים חומרים קריאוגנים חייבים להיות עשויים מחומר עמיד לפריכות ושבירה.
 - אמפולות או מבחנות זכוכית עלולות להתפוצץ במגע עם חומר קריאוגני. מומלץ להשתמש במבחנות פלסטיק להקפאת חומרים רדיואקטיביים, חומרים טוקסיים או גורמים ביולוגיים בעלי יכולת הדבקה.